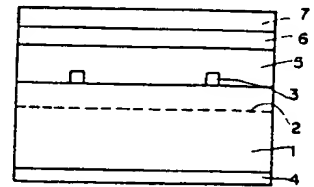


**(54) SPACE SOLAR CELL**

(11) 1-27278 (A) (43) 30.1.1989 (19) JP  
 (21) Appl. No. 62-184125 (22) 22.7.1987  
 (71) SHARP CORP (72) YOSHIKI TONOMURA  
 (51) Int. Cl. H01L31/04, B64G1/44

**PURPOSE:** To obtain a silicon solar cell having desirable resistance to radiation, operable at low temperatures and hence capable of providing high output, by providing an anti-reflection film adapted mainly for the use in space environments.

**CONSTITUTION:** A silicon substrate 1 consisting of P-type silicon single crystals and having a specular face is provided with a photovoltaic junction 2 at a depth of  $0.1 \sim 0.2 \mu\text{m}$  from the photodetecting face by diffusion of phosphorus or the like. Charge collecting electrodes 3, 4 are provided on the photodetecting and rear faces, respectively. In particular, the electrode 3 on the photodetecting face is shaped into "L" with a very narrow width so that it does not inhibit the incidence of light. The photodetecting face is further coated with an antireflection film 5 which is a single film of titanium dioxide or the like having refractive index of 2.35 to 2.45 and a thickness of  $550 \text{ \AA}$  to  $600 \text{ \AA}$ . Accordingly, the solar cell is allowed to have an maximum output after deterioration on radiation, for example after exposure on radiation for ten years. Further, since the solar cell has a high reflectance in a long wave range, it can operate at relatively low temperatures with its light absorbing ratio reduced.



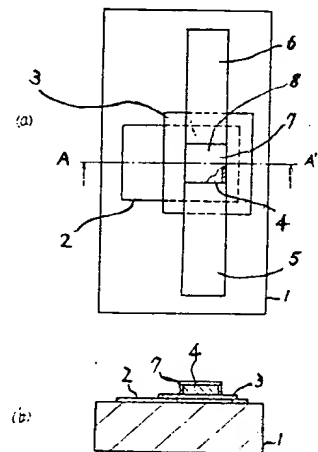
6: silicone resin, 7: cover glass

**(54) PHOTOCONDUCTING INFRARED DETECTING ELEMENT**

(11) 1-27279 (A) (43) 30.1.1989 (19) JP  
 (21) Appl. No. 62-183926 (22) 22.7.1987  
 (71) NEC CORP (72) TOSHIO YAMAGATA  
 (51) Int. Cl. H01L31/08, H01L21/316, H01L21/56

**PURPOSE:** To effectively inhibit recoupling of carriers on the top, bottom and side faces of an HgCdTe crystal stripe for improving sensitivity of an infrared detecting element, by providing a lower electrode layer on the bottom face of the HgCdTe crystal stripe with an insulating film interposed therebetween while providing an oxide film on the top and side faces of the stripe.

**CONSTITUTION:** An infrared detecting element comprises a lower electrode layer 2 formed at a predetermined position on a substrate 1, an insulating film 3 formed on the lower electrode layer, a stripe of HgCdTe crystals bonded onto the insulating film, first and second electrodes 5, 6 connected to the opposite ends of the stripe respectively, and an oxide film 7 formed on the top and side faces of the stripe 4. Accordingly, it is possible to obtain a photoconducting infrared detecting element capable of effectively inhibiting recoupling of carriers on the top, bottom and side faces of the element, while improving sensitivity thereof.



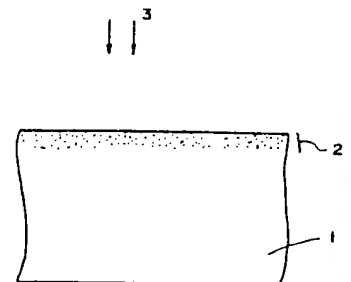
(b): cross section along A-A'

**(54) MANUFACTURE OF SUPERCONDUCTOR**

(11) 1-27280 (A) (43) 30.1.1989 (19) JP  
 (21) Appl. No. 62-184131 (22) 22.7.1987  
 (71) SHARP CORP (72) KAZUSHI SUGAWARA  
 (51) Int. Cl. H01L39/00

**PURPOSE:** To enable an n-type superconducting layer to be manufactured, by adding boron elements to a perovskite oxide composed of a IIIA element, a IIA element, copper and oxygen.

**CONSTITUTION:** A cylindrical sample ( $\text{Y}_1\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{8+\delta}$ ) having a diameter of 1cm and a thickness of 5mm is prepared by a powder calcining process for example (Te is about 95K). Boron ions 3 accelerated at 100KeV are implanted in this cylindrical sample at a high dose of  $10^{18} \text{ cm}^{-2}$ . When boron ions are implanted in the superconductor 1 in this manner, it can be considered that the boron implanted layer 2 has a depth of about  $2 \sim 3 \mu\text{m}$  from the surface. Since carriers introduced by the boron doping are electrons, a dose exceeding  $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-2}$  corresponds to a carrier concentration per unit volume over  $3 \times 10^{21} \text{ cm}^{-3}$ , that is higher than the carrier concentration (p-type) of  $3 \times 10^{21} \text{ cm}^{-3}$  of the undoped  $\text{Y}_1\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{8+\delta}$ . Thus, the conductivity type of the boron implanted region is inverted from P-type to n-type.



⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭64-27278

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和64年(1989)1月30日

H 01 L 31/04  
B 64 G 1/44

R-6851-5F  
Z-8817-3D

審査請求 有 発明の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 宇宙用太陽電池

⑯ 特 願 昭62-184125

⑰ 出 願 昭62(1987)7月22日

⑱ 発 明 者 殿 村 嘉 章 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社  
内

⑲ 出 願 人 シャープ株式会社 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

⑳ 代 理 人 弁理士 杉山 毅 至 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

宇宙用太陽電池

2. 特許請求の範囲

1. シリコン基板と、前記シリコン基板上に光起電力接合面を有する半導体表面と、前記半導体表面上に形成された反射防止膜と、前記反射防止膜上にシリコン樹脂により接着された保護カバーガラスとを備え、前記反射防止膜は、屈折率2.35乃至2.45かつ膜厚550Å乃至600Åである単一膜から成ることを特徴とする宇宙用太陽電池。

2. 前記反射防止膜が、二酸化チタンから成ることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の宇宙用太陽電池。

3. 発明の詳細な説明

<産業上の利用分野>

本発明は太陽電池、とりわけ宇宙環境下で使用するシリコン太陽電池の反射防止膜に関するものである。

<従来の技術>

太陽から放射される太陽光のエネルギー・スペクトルは、大気圏外において第4図に示されるエネルギー強度を持っており、約500nm付近で最大値を持つ。一方、シリコン太陽電池による発電には、第4図に示される太陽光の全てが利用されるわけではない。通常シリコン太陽電池は、約350nmから約1100nmまでの光に対して感度があり、その分光感度曲線は、例えば第5図に示される様な形状を有する。第5図は、最も広く用いられている宇宙用シリコン太陽電池の分光感度曲線である。但し、これは表層に反射防止膜が設けられていないものであり、その表層は第6図に示される分光反射率を有している。太陽電池の出力を増大させるため、その表層での入射光反射を低減させる反射防止膜を設けることが知られている。

従来、反射防止膜としては、一酸化ケイ素や五酸化タンタル等の屈折率が2.0付近の材料を用いた単層膜、あるいは、米国特許明細書第4055422

号に示されるような、屈折率が2.35から2.4の物質を用いた高屈折率層及び屈折率が1.6から1.7の物質を用いた低屈折率層から成る2層膜が知られている。これらの従来の反射防止膜は、太陽電池の初期特性の改善を主目的としていた。

#### ＜発明が解決しようとする問題点＞

しかし、宇宙環境下においては、放射線被曝による太陽電池の劣化特性が非常に重要な設計要素である。初期特性が優れていると同時に、太陽電池の出力保存率、すなわち設計寿命末期(EOL)における特性が優れていることが重要である。更に宇宙環境下における重要な設計要素として、太陽光吸収率( $\alpha$ )が挙げられる。高真空環境下では大気中に比べ、熱放散されにくく、太陽電池の温度が上昇しやすい。太陽電池は、高温になるほど出力が低下する特性を有するため、動作温度は低いほど良い。動作温度を低くするには、太陽光吸収率が低いほど良い。前述した従来の反射防止膜は、上記2点の宇宙環境での要求を考慮していなかった。

第1図は一実施例を示す構造図である。図において、シリコン基板1は、鏡面処理が施されたP型シリコン単結晶であり、リン等の拡散により、受光面から0.1~0.2  $\mu\text{m}$ の深さに光起電力接合面2が形成されている。受光面及び裏面には、電荷収集用電極3, 4が設けられ、特に受光面電極3は、光の進入を防げないよう、極細くL型形状となっている。次に受光面上には、反射防止膜5が形成される。反射防止膜5は、屈折率約2.4、膜厚約575  $\text{\AA}$ の物質である。具体的には二酸化チタンがこの物質に該当する。反射防止膜5の上には、シリコン樹脂6(屈折率約1.4)により、保護カバーガラス7が貼り付けられる。

上記構造における反射防止膜の設計は、次のようになされている。第5図に示した反射防止膜の無い太陽電池の分光感度から、第6図に示した表層反射率の影響を取り除くと第2図の曲線Aとなる。これは、実質的にシリコン基板内部に進入する光に対する太陽電池の感度を表わす。放射線被曝による格子欠陥等の損傷により、曲線Aの分光

本発明は、上記宇宙環境を主眼として設計された反射防止膜を設けることにより、耐放射線性に優れ、動作温度が低いことによる高出力が得られるシリコン太陽電池を提供することを目的としている。

#### ＜問題点を解決するための手段＞

反射防止膜を、二酸化チタン等の屈折率2.35乃至2.45かつ膜厚550  $\text{\AA}$ 乃至600  $\text{\AA}$ である単一膜から構成する。

#### ＜作用＞

上記により放射線劣化後、例えば10年間の放射線被曝後に太陽電池出力が最大となるようにできるとともに、長波長域での反射率が高いことにより、太陽光吸収率を低くして低温動作を可能にする。また反射防止膜をコーティングしたときの電流増加率(コーティングファクター)も従来の2層膜と同等にできる。

#### ＜実施例＞

以下図面に従って本発明の一実施例を詳細に説明する。

感度は曲線Bのように長波長側から低下していく。曲線Bは静止軌道上で10年間に被曝する放射線を照射したものである。

第2図の曲線Bに示された特性を有する太陽電池に、ある分光反射率Rを与える反射防止膜を形成したときの太陽電池の分光感度は、曲線Bを $(1-R)$ で除したものになり、第4図の太陽光分布との積により、放射線劣化後の太陽電池出力が求められる。放射線劣化後の太陽電池出力を最大にする単層反射防止膜は、以上の計算から屈折率2.4、膜厚575  $\text{\AA}$ と求められる。

次に、この反射防止膜を備えた太陽電池の利点を、従来の五酸化タンタルを用いた単層反射防止膜及び米国特許明細書第4,055,422号に示される2層反射防止膜との比較で述べる。第3図は、上記3種の反射防止膜を形成した場合の太陽電池の反射率を示す。尚、ここで保護カバーガラス7と真空との界面での反射及び保護カバーガラス7とシリコン樹脂6との界面での反射は零と仮定している。

曲線Pが本発明の反射防止膜、曲線Qが従来の単層反射防止膜、曲線Rが従来の2層反射防止膜によるものである。本発明による曲線Pが450nmから650nm付近での反射率が最も低く、第4図に示す太陽光の分布によくマッチングしている。また700nm以上の長波長では、本発明の曲線Pが最も反射率が高いが、第2図に示すようにこの波長域での感度は放射線劣化により低下するため、反射率が高い方が太陽電池の出力保存率は大きいことになる。また、長波長での反射率が高いため、太陽光吸収率が低くなり、動作温度が低くなる利点がある。

一方、下記表は放射線劣化後の太陽電池に反射防止膜をコーティングしたときの電流増加率(コーティングファクター)を示す。

膜厚	屈 折 率							
	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7
400	3676	3910	4121	4300	4443	4545	4603	4615
425	3816	4064	4282	4462	4599	4689	4728	4717
450	3951	4209	4430	4606	4732	4805	4822	4786
475	4077	4341	4561	4729	4840	4892	4886	4824
500	4193	4460	4674	4829	4922	4952	4921	4833
525	4298	4562	4767	4907	4979	4985	4929	4817
550	4390	4648	4840	4961	5011	4992	4912	4778
575	4468	4717	4893	4993	5020	4977	4874	4719
600	4532	4769	4926	5005	5008	4942	4818	4645
625	4582	4803	4941	4997	4977	4890	4747	4559
650	4618	4822	4938	4972	4930	4823	4663	4463
675	4639	4825	4920	4932	4869	4744	4570	4361
700	4648	4814	4888	4878	4796	4656	4471	4255
725	4645	4790	4843	4813	4714	4560	4368	4149
750	4630	4755	4787	4738	4624	4461	4263	4045
775	4605	4709	4721	4656	4530	4359	4159	3948
800	4570	4654	4649	4569	4432	4258	4058	3852

セルタイプ:BSR200

1 MeV ELETRON IE15 IRRADIATED  
カバーガラス付

ここで屈折率2.4、膜厚550~600Åで増加率は最大となり50%以上の値を示す。膜厚550~600Åの範囲で屈折率2.35乃至2.45においても同様である。

ちなみに、従来の単層反射防止膜の放射線劣化後のカバーガラス付太陽電池では、

屈折率2.1、膜厚780Å

電流増加率47.37%

同従来の2層反射防止膜の放射線劣化後のカバーガラス付太陽電池では、

低屈折率層 屈折率1.65、膜厚880Å

高屈折率層 屈折率2.3、膜厚580Å

電流増加率 51.326%

で、本発明によれば、従来の2層膜とほぼ同等の出力が得られる。

<発明の効果>

以上のように本発明の宇宙用太陽電池は、宇宙

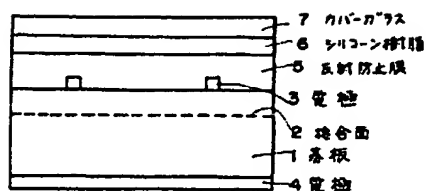
環境下で放射線劣化した太陽電池の出力を改善し、かつ太陽光吸収率を低くすること等により高出力が得られる。

#### 4. 図面の簡単な説明

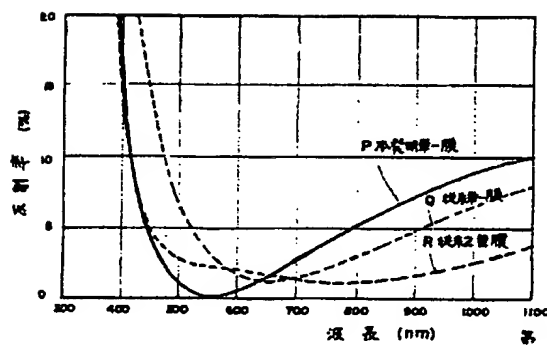
第1図は本発明の一実施例を示す構造図、第2図は初期及び放射線劣化後の太陽電池の絶対分光感度の一例を示す図、第3図は本発明の一実施例における太陽電池の表層反射率及び従来の太陽電池の各表層反射率の一例を示す図、第4図は大気圏外における太陽光のエネルギー・スペクトル図、第5図は反射防止膜を持たない太陽電池の分光感度特性の一例を示す図、第6図は反射防止膜を持たない太陽電池の表層反射率の一例を示す図である。

1…シリコン基板、2…光起電力接合面、3…電極、4…電極、5…反射防止膜、6…シリコン樹脂、7…保護カバーガラス。

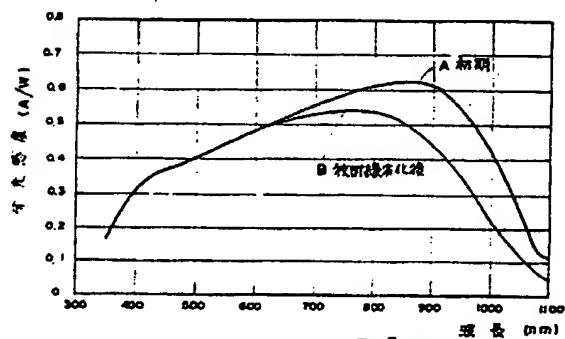
代理人 弁理士 杉 山 毅 至 (他1名)



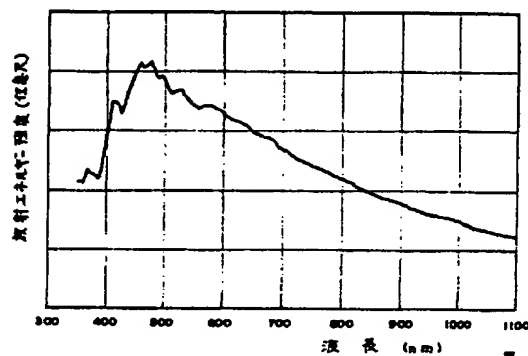
第 1 圖



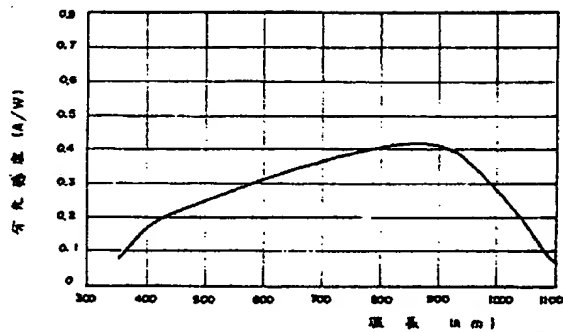
第 3 圖



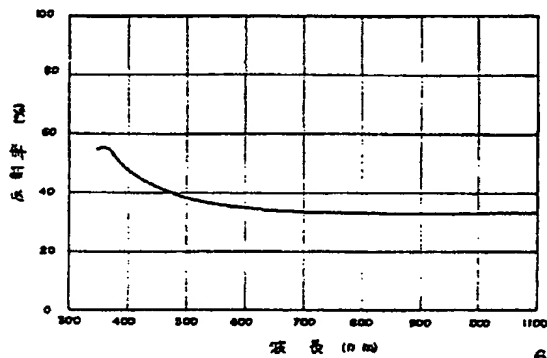
第 2 圖



第 4 圖



第 5 圖



第 6 圖